

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02911234      \*\*Image available\*\*

ETCHING METHOD

PUB. NO.:      **01-208834** [JP 1208834 A]

PUBLISHED:      August 22, 1989 (19890822)

INVENTOR(s):   NAKAMURA NOBUO  
                    NAKAGAWA KIYOKAZU  
                    KURE TOKUO

APPLICANT(s):   AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL [000114] (A Japanese  
   Government or Municipal Agency), JP (Japan)

APPL. NO.:      63-032930 [JP 8832930]

FILED:           February 17, 1988 (19880217)

INTL CLASS:     [4] H01L-021/302

JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA)

JOURNAL:         Section: E, Section No. 847, Vol. 13, No. 513, Pg. 98,  
   November 16, 1989 (19891116)

**ABSTRACT**

**PURPOSE:** To improve the accuracy of etching for fine working by using the mixed gas of an isotropic etching gas being represented by SF(sub 6) and having large reactivity and an anisotropic etching gas containing heavy ions easy to be dissociated to a symmetrical shape.

**CONSTITUTION:** A mixed gas mainly comprising at least one kind of a gas selected from a group composed of SF(sub 6), CF(sub 4), NF(sub 3), XeF(sub 2) and F(sub 2) as an isotropic etching gas and at least one kind of a gas (where X represents at least one kind selected from a group consisting of Cl, Br, I and H) selected from a group made up of (CXF(sub 2))(sub 2), (CX(sub 2)F)(sub 2) and (CX(sub 3))(sub 2) is employed, and plasma etching is conducted. Accordingly, since etching can be performed by extremely low high frequency power, a resist can be used as an etching mask, and a vertical etching hole 3 can be formed when an Si substrate 1 is etched, employing the resist 2 as the mask.

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

008018151      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1989-283263/198939

Dry etching process - forming micropattern in semiconductor IC

fabrication process    NoAbstract Dwg 1-3/3

Patent Assignee: AGENCY OF IND SCI & TECHNOLOGY (AGEN    )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
<b>JP 1208834</b>	A	19890822	JP 8832930	A	19880217	198939    B

Priority Applications (No Type Date): JP 8832930 A 19880217

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 1208834	A	8		

Title Terms: DRY; ETCH; PROCESS; FORMING; SEMICONDUCTOR; IC; FABRICATE;  
PROCESS; NOABSTRACT

Index Terms/Additional Words: SULPHUR; HEXA; FLUORIDE; CARBON; TETRA;  
NITROGEN; FLUORINE

Derwent Class: L03; M14; U11

International Patent Class (Additional): H01L-021/30

File Segment: CPI; EPI

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-208834

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)8月22日

H 01 L 21/302

F-8223-5F

審査請求 有 請求項の数 4 (全4頁)

⑬ 発明の名称 エッチング方法

⑭ 特 願 昭63-32930

⑮ 出 願 昭63(1988)2月17日

⑯ 発 明 者 中 村 信 夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
 ⑯ 発 明 者 中 川 清 和 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
 ⑯ 発 明 者 久 礼 得 男 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
 ⑰ 出 願 人 工 業 技 術 院 長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

エッチング方法

## 2. 特許請求の範囲

1.  $SF_6$ ,  $CF_4$ ,  $NF_3$ ,  $XeF_2$ , および  $F_2$  からなる群から選ばれた少なくとも1種類のガスと,  $(CXF_2)_2$ ,  $(CX_2F)_2$ , および  $(CX_3)_2$  からなる群から選ばれた少なくとも1種類のガス(ただし, 上記XはC, Br, I, およびHからなる群から選ばれた少なくとも1種)よりなる混合ガスによりプラズマエッチングすることを特徴とするエッチング方法。
2. 上記混合ガスは  $SF_6$  と  $(CBrF_2)_2$  との混合ガスであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のエッチング方法。
3. 上記エッチングを高周波電力0.3W/cm以下で行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載のエッチング方法。
4. 上記混合ガスにHeあるいは  $H_2$  が添加されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項ま

たは第2項記載のエッチング方法。

## 3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明はエッチング方法に係り、特に微細溝を高精度で形成するのに好適なドライエッチング方法に関する。

[従来の技術]

半導体集積回路などの微細パターンの加工には、反応性ガスのプラズマを用いたドライエッチング法が用いられている。エッチングガスの代表的なものとしては、SiあるいはGaAs等の等方性エッチングガスとして、 $F_2$ ,  $SF_6$ ,  $NF_3$ ,  $XeF_2$ ,  $CF_4$ , 異方性エッチングガスとして、 $CF_3Cl$ ,  $CF_2Cl_2$ ,  $CFCl_3$ ,  $Cl_2$ ,  $CCl_4$ ,  $CBrF_3$ ,  $CIF_3$ 等が各々知られている。これらのエッチングガスについては、例えば特開昭51-130173号、特開昭52-9648号、特公昭57-13137号等に述べられている。

等方性エッチングは主に電気的に中性な粒子に

よってエッチングされるために、マスク寸法通りの高精度な加工が難しい。従って、微細加工やエッチング形状を垂直にしたい場合には、プラズマから被エッチング物質表面に向かって加速されたイオンによって行う異方性エッチングが行なわれてきた。反応性ドライエッチングと呼ばれる方法はこの代表的なものであり、エッチングガスとしては電氣的に中性な粒子によるエッチングが起こりにくく、イオンの働きだけでエッチングが進むものが選ばれてきた。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術では、直流負バイアスによって加速されたイオンによってエッチングするために、イオン衝撃による基板へのダメージの問題や、加速されたイオンがガス分子と衝突し、方向を変えてSiと衝突することによるサイドエッチングの問題、あるいは炉壁に吸着した酸素をたたき出すためにエッチング条件がロット間で異なる等の問題があった。

上記問題点の中で、イオンダメージを軽減する

から等方性エッチングガスとしては $\text{SF}_6$ 、異方性エッチングガスとしては $(\text{CBrF}_2)_2$ がより好ましい。

#### 〔作用〕

ドライエッチングにおけるプラズマ中には、さまざまなイオンや中性粒子が含まれており、この中でCやSを主とする物質は反応残渣として基板表面に付着し、エッチングを阻害する。一方、種々のイオンは基板表面に加速されて衝突するため、基板をエッチングすることはもちろんだが、この付着物を除去する働きもしている。上記等方性エッチングガスと異方性エッチングガスとの混合ガスによるエッチングは、上記の2つの働きをうまく利用して、第1図に示す様なエッチング形状が垂直なエッチングを行うものである。

具体的には、高周波電力が非常に低い場合には、イオンが十分加速されないため反応残渣である付着物は除去されるが、イオンによる基板のエッチングは非常に少ない。しかし、この付着物が除去された部分は、反応性の高い中性粒子のF(主に

方法として、等方性エッチングガスである $\text{SF}_6$ と、異方性エッチングガス、例えば $\text{C}_2\text{F}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{SiC}_2\text{F}_4$ 等との混合ガスも用いられている。しかし、これらの場合においてもサイドエッチングの問題は解決せず、またエッチング形状が混合ガス比率やエッチング条件によって変わりやすい問題点を持っていた。

本発明の目的は、この問題点を解決する混合ガスを用いたエッチング方法を提供することにある。  
〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、等方性エッチングガスである $\text{SF}_6$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{XeF}_2$ および $\text{F}_2$ から成る群から選ばれた少なくとも1種類のガスと、異方性エッチングガスである $(\text{CXF}_2)_2$ 、 $(\text{CX}_2\text{F})_2$ および $(\text{CX}_3)_2$ から成る群から選ばれた少なくとも1種類のガスとを主成分とした混合ガスを用いることにより達せられる。ただし、上記XはC、Br、IおよびHからなる群から選ばれた少なくとも1種である。

これらガスのうち、ガスの入手の容易性等の点

等方性エッチングガスに含まれていた)によって容易にエッチングされる。こうして、イオン衝撃のある部分でどんどんエッチングされることになるので、エッチング形状はイオン方向性に依存する。すなわち、イオンのほとんどが基板に垂直に入射する場合は、エッチング形状が垂直になるが、途中でガス分子等に衝突し散乱する場合は形状が垂直にならず、第2図や第3図に示した様になる。例えば、ガス圧が10Paでイオンシース幅が1mmの場合は約6割のイオンが加速中にガス分子等と衝突して散乱され、方向が変わると言われている。そこで、散乱の影響をできるだけ小さくする必要があり、その方法としては、①ガス圧を下げて平均自由行程を十分大きくすること、②高周波電力を下げて衝突時のイオンエネルギーを小さくすることの他に、③散乱角ができるだけ小さくなるようなイオンを選ぶことが重要である。

上述の本発明に係る混合ガスは上記条件を満たすものである。すなわち、上記混合ガスのうちの異方性エッチングガス(例えば $(\text{CBrF}_2)_2$ )

は、C-Cの結合部が切れると2つの $\text{CBrF}_2^+$ イオンや中性粒子となる。これは分子数が約130の重いイオンであり、上記③の要求を満たすものである。(CBrF<sub>2</sub>)<sub>2</sub>以外の本発明に係るガスも同様である。

#### 【実施例】

エッチング装置として、アノードカップリング型平行平板電極を有するプラズマエッチング装置を用い、ガスとして $\text{SF}_6$ および $\text{C}_2\text{Br}_2\text{F}_4$ の混合ガスを用いて、レジストをマスクにSiのエッチングを行った。エッチング装置の電極は直径20cm高周波電源周波数は13.56MHzである。

まず、電極上に被エッチング物を置き、エッチング室を $10^{-1}\text{Pa}$ 以下に排気した後、 $\text{SF}_6$ を32sccm、 $\text{C}_2\text{Br}_2\text{F}_4$ を8sccm導入し、室内を10Paに保ったまま高周波電力0.03W/cm<sup>2</sup>で20分間エッチングを行った。この時のエッチング速度は100nm/minであり、2μmの深さのエッチングを行った。第1図はエッチング断面図であり、この様にほとんど垂直なエッチ

ングができた。エッチング孔の幅は0.5μmである。尚、 $\text{SF}_6$ と $\text{C}_2\text{Br}_2\text{F}_4$ との混合比は上記の例では4:1であるが、通常の真空度および高周波電力下においては3:1ないし20:1程度の範囲が好ましい。

エッチングマスク2はレジストの他 $\text{SiO}_2$ や $\text{Si}_3\text{N}_4$ を用いた場合でも同様の結果を得た。エッチング選択比(Siとのエッチング速度比)はレジストで約15、 $\text{SiO}_2$ および $\text{Si}_3\text{N}_4$ では100以上であった。しかし、高周波電力が0.30W/cm<sup>2</sup>を越える条件下でエッチングした場合には、エッチング選択比は高電力の場合ほど小さくなった。この観点から高周波電力は0.3W/cm<sup>2</sup>以下が好ましい。

$\text{SF}_6$ と $\text{C}_2\text{Br}_2\text{F}_4$ の混合ガスに更に $\text{H}_2$ や $\text{He}$ を混合した場合にも良好な断面形状が得られ、好ましい。これらは質量が小さいため、分子量が約130の $\text{CBrF}_2^+$ イオンと衝突してもその影響が小さいためと考えられる。

その他のエッチングガスとして、等方性エッチ

ングガスである $\text{CF}_4$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{XeF}_2$ 、 $\text{F}_2$ など、また異方性エッチングガスである $(\text{CCl}_2\text{F}_2)_2$ 、 $(\text{CCl}_2\text{F})_2$ 、 $(\text{CCl}_2)_2$ 、 $(\text{CIF}_2)_2$ 、 $(\text{CBr}_2\text{F})_2$ なども各々 $\text{SF}_6$ 、 $\text{C}_2\text{Br}_2\text{F}_4$ と同様の特性を示した。ただし $\text{CCl}_2$ を含むガスではエッチング条件によってはサイドエッチングになる傾向が見られた。これは、重いイオンが更に分解して軽いイオンになってしまったためである。比較のために $\text{SF}_6$ と $\text{CCl}_2$ の混合ガスを用いたところ、 $\text{CCl}_2$ の混合率が15%以上で、あるいは5%の混合率でも圧力が0.1Torr以上でサイドエッチングとなるなど、狭い範囲でしか良好なエッチング形状が得られなかった。

$\text{SF}_6$ の代りに $\text{NF}_3$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{XeF}_2$ および $\text{F}_2$ を用いた場合にも良好なエッチング形状が得られたが、その条件範囲は $\text{SF}_6$ の場合に比べてやや狭かった。これは、基板に付着する反応残渣の付き方の違いによるものと考えられた。

上記の結果から、 $\text{SF}_6$ に代表される反応性の大きな等方性エッチングガスと、対称形に解離し

易い重いイオンを含む異方性エッチングガスとの混合ガスを用いてプラズマエッチングすることにより、微細で深い孔のエッチングが高精度に加工できることが明らかとなった。この場合、比較的低い高周波電力でプラズマエッチングするのがより好ましい。

なお、上記ガスは3種類以上を混合して使用してもよいこと、および上記Xは同一分子中に1種のみでなく、BrとClといった複数種の元素を含んでいてもよいことは言うまでもない。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、非常に低い高周波電力でエッチングできるために、エッチングマスクとしてレジストをそのまま用いることができ、レジストの厚みも少なくて良い。また、壁に吸着した酸素がスパッタされて悪影響を及ぼす心配がなくなるなど、超微細加工が再現性良くできる効果がある。更に、基板へのイオン衝撃がなくなり、素子特性が向上する効果がある。

プラズマによって分解したイオンが重い場合ほ

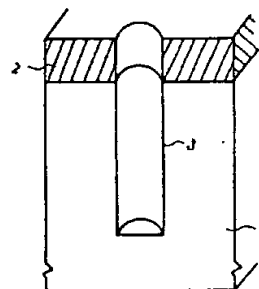
ど、軽いイオンを用いた場合に較べてエッチング条件依存性が小さくなる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

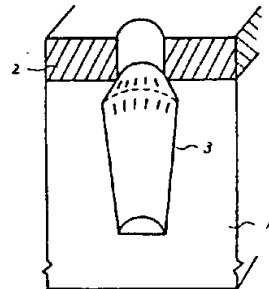
第1図は本発明で得られるエッチング断面図、第2図および第3図はイオンの散乱の影響を受けた場合のエッチング断面図である。

1…Si基板、2…レジスト、3…エッチング孔。

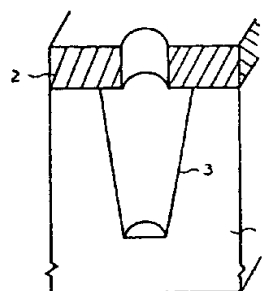
第1図



第2図



第3図



特許出願人

工業技術院長 飯塚幸三